

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕНОАЛЮМИНИЯ

Базарова Л.С.

Руководитель - доц., к.т.н Солонин А.Н.
НИТУ «МИСиС», г. Москва, bazlaris@mail.ru

Интерес к производству пенистых полуфабрикатов объясняется наличием необычного комплекса свойств: низкая масса, высокий уровень удельных свойств, низкие значения коэффициентов тепло- и электропроводности, высокая сопротивляемость воздействия огня, экологическая чистота, способность эффективно рассеивать шум и энергию удара. Свойства изделий из пеноалюминия определяются структурой образца и очень чувствительны к ней. Такую структуру можно характеризовать рядом параметров: формой и размером пор, толщиной и другими параметрами строения металлических перегородок, распределением пор по размерам и т.д.

Несмотря на уникальный комплекс свойств, производимые сегодня изделия из материалов на основе пеноалюминия достаточно дороги, что сдерживает их широкое применение. Поэтому задача разработки технологий, направленных на снижение себестоимости изделий из пеноалюминия по-прежнему является нерешенной и весьма актуальной.

Наиболее перспективным способом получения пеноалюминия является твердофазный метод, включающий в себя следующие основные стадии:

1. приготовление порошковых смесей из матричного сплава и порофора;
2. получение консолидированного прекурсора;
3. вспенивание прекурсора.

Одна из проблем вспенивания, влияющих на качество пеноалюминия, заключается в выходе газа из порофора в атмосферу в процессе выдержки прекурсора в печи. Причем минимальное время выдержки в печи может составлять несколько секунд. В промышленных условиях такая выдержка не применима, поэтому необходимы добавки, увеличивающие вязкость расплава и, таким образом, препятствующие всплытию и слиянию пузырьков газа, формирующих поры. Такими добавками могут служить керамические частицы, например Al_2O_3 . Пористость пеноалюминия с частицами характеризуется хорошей стабильностью в течение длительного времени. При этом можно ожидать, что использование керамических частиц нанодиапазона размеров, по сравнению с традиционно используемым микродиапазоном, позволит повысить качество конечной структуры. Таким образом, целью данной

работы является изучение влияния наночастиц оксида алюминия на структуру и свойства пеноалюминия.

В работе исследовали образцы пеноалюминия, исходные порошковые смеси которого были получены тремя способами:

1. простым смешением порошка алюминиевого сплава АК12 с порошком порофора TiH_2 ,
2. предварительное внутреннее окисление порошка алюминиевого сплава и последующее смешение полученного окисленного алюминиевого порошка с порофором. Окисление осуществляли путем обработки порошка в планетарной шаровой мельнице РМ400 фирмы Retsch в воздушной атмосфере.
3. простое смешение алюминиевого порошка с гидридом титана, а также частицами Al_2O_3

Порошковые смеси компактировали методом горячей деформации, после чего полученные прекурсоры подвергали вспениванию.

Для проведения структурных исследований применялся просвечивающий электронный микроскоп JEM 2100 высокого разрешения, фирмы JEOL, Япония. На светлопольном изображении видно, что частицы Al_2O_3 располагаются, в основном, по границам зерен. Размеры частиц приблизительно от 10 до 50 нм. На рисунке 2 приведена область, где наблюдали частицы оксида алюминия. Более крупные частицы имеют огранку, форма мелких частиц, в основном, изотропная.

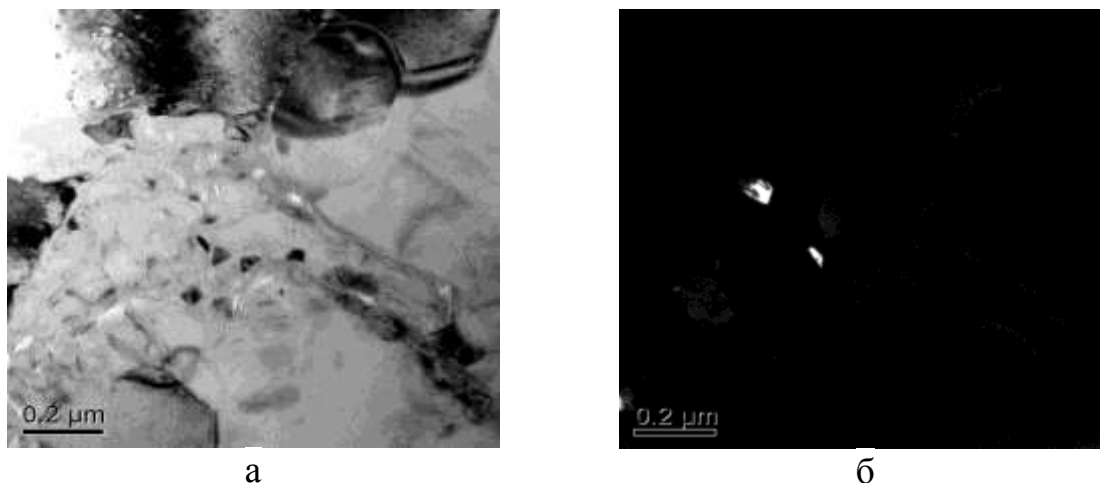


Рисунок 2 – Светлопольное изображение структуры пеноалюминия с частицами Al_2O_3 (а) и темнопольное изображение отдельных частиц оксида алюминия (б)

Макроструктуру образцов пеноалюминия исследовали в продольном (высотном) и поперечном направлениях методами световой сканирующей микроскопии. На рисунке 1 представлена структура продольного сечения вспененных образцов. Из структуры видно, что в случае отсутствия

наночастиц оксида алюминия наблюдаются крупные поры, которые уменьшают свои размеры с увеличением времени окисления.

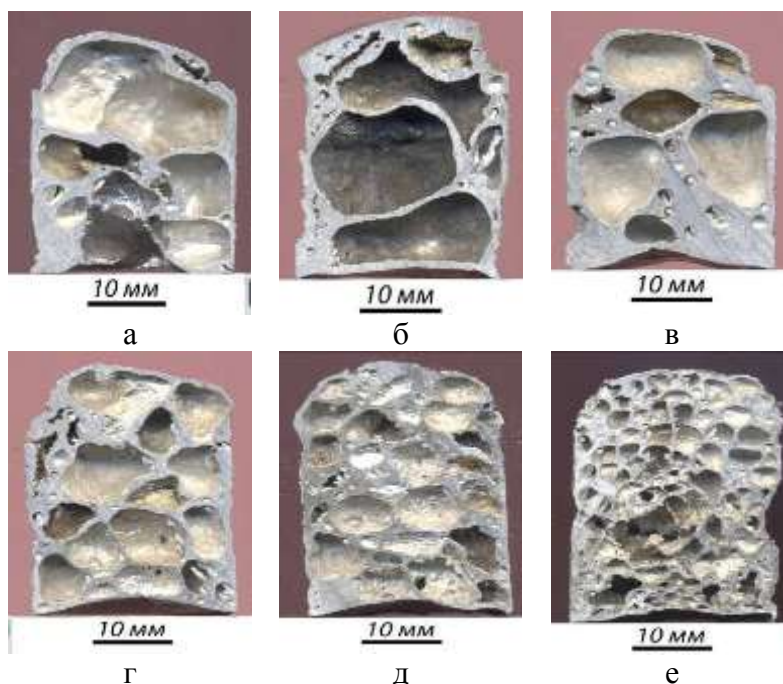


Рисунок 15 – Структура продольного сечения образцов:

а - АК12 + 1 масс. % Al_2O_3 + 1 масс. % TiH_2 ; б - АК12 + 5 масс. % Al_2O_3 + 1 масс. % TiH_2 ; в - АК12 + 1 масс. % TiH_2 ; г - АК12 (5 мин обработки) + 1 масс. % TiH_2 ; д - АК12 (10 мин обработки) + 1 масс. % TiH_2 ; е - АК12 (15 мин обработки) + 1 масс. % TiH_2

Заключение

1. Показано, что введение в технологическую цепочку производства пеноалюминия операции обработки исходного матричного сплава в планетарной шаровой мельнице в воздушной среде приводит к синтезу наночастиц оксида алюминия положительно влияющих на структуру пеноалюминия, уменьшая размер пор и его дисперсию.

2. Установлено, что увеличение продолжительности обработки порошка алюминиевого сплава АК12 в планетарной мельнице в воздушной атмосфере приводит к возрастанию содержания кислорода в исследуемом материале.

3. Анализ структуры вспененных образцов показал, что наночастицы оксида алюминия, в отличие от микрочастиц, эффективнее влияют на процесс вспенивания, уменьшая размер образующихся пор и его дисперсию. Существует оптимальное количество наночастиц, обеспечивающее минимальный размер пор при вспенивании.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.